

ÖTEGEZEĞEN ÇALIŞMALARININ BUGÜNÜ VE GELECEĞİ

Özgecan ÖNAL¹, Arif SOLMAZ²

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri, 34119, Beyazıt, İstanbul, nacezo_2003@yahoo.com

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, 17100, Çanakkale, arif.solmaz@gmail.com

Özet: Öte-gezegen çalışmaları gökbilim ve gezegen bilimlerinde geçtiğimiz on yılın tartışmasız en heyecanlı ve hızlı gelişen alanlarından bir tanesidir. Toplumu etkilemesinin yanı sıra en parlak genç beyinleri de kendine çekmekte olan bilimsel bir disiplindir. Bu posterde şimdiye dek yapılan öte-gezegen çalışmaları ve geleceğe dönük planları özetleyeceğiz.

1. Giriş

Son 20 yıl içerisinde, saptanan ilk dev öte-gezegenlerin üzerine, aralarında Yer kütlesi büyüklüğünde gezegenlerin de bulunduğu toplam 450 öte-gezegen (McAlister ve diğ., 2010) keşfedilmiştir. Öte-gezegen çalışmalarının temeli kütle, yarıçap ve ortalama yoğunluk parametrelerini esas alır. Bu verilerin tespiti sayesinde öte-gezegenlerin içyapıları modellenabilmektedir. Birkaç kısa dönemli dev gezegenin aklık derecesi (albedo), etkin sıcaklığı ve atmosferik özellikleri ölçülebilmektedir. Öte-gezegen çalışmalarının kalbinde gezegen bilim ile ciddi bir karşılaştırma yapabilmek, gezegen oluşum süreçlerini tamamen anlayabilmek ve Güneş Sistemi'nin nasıl oluştuğunu ve etrafında dolanan karasal (taş) gezegenlerden üzerinde yaşamın nasıl başladığını öğrenebilmek soruları yatmaktadır. Öte-gezegen keşifleri, farklı türlerde zorlu astronomik ölçümler gerektiren bir alandır: 0,1 - 1m/s dikine hız hassasiyetleri, birkaç mikro yay saniyesi mertebesinde gök ölçümü (astrometri), birkaç mili yay saniyesi mertebesinde açısal çözünürlükler ve yaklaşık 10^{-10} mertebesinde parlaklık oranları gibi.

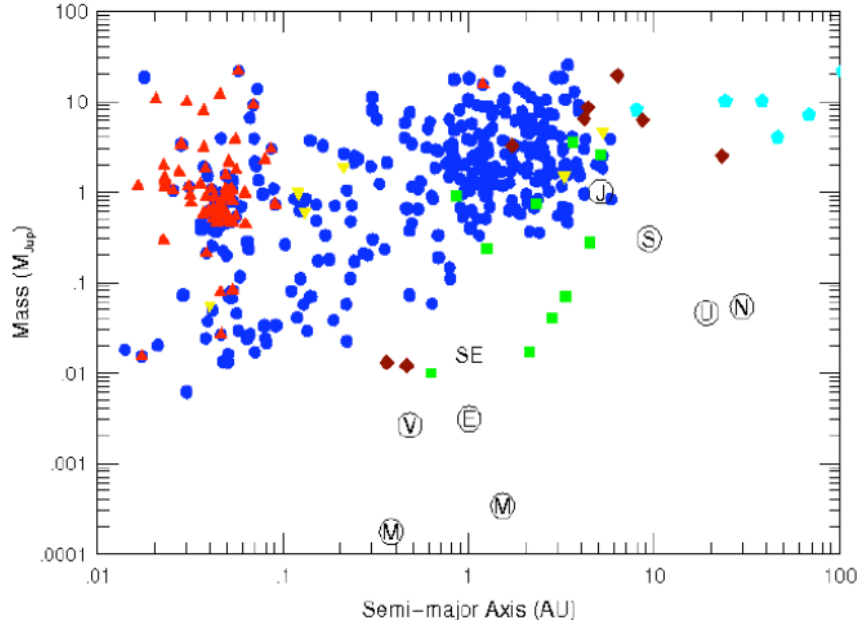
2. Gezegen Keşiflerinin Bugünü ve Keşif Yöntemleri

Öte-gezegenlerin keşfedilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır, bunlar: 1) Dikine Hız veya Doppler Yöntemi, 2) Geçiş (Transit) Yöntemi, 3) Gök Ölçümü, 4) Doğrudan Görüntüleme, 5) Mikro-mercekleme, 6) Zamanlama Değişimi.

Temmuz 2010 itibariyle keşfedilmiş olan öte-gezegenler Şekil 1'de gösterilmektedir (McAlister ve diğ., 2010). Mavi noktalar dikine hız metodu kullanılarak yapılan tespitleri; kırmızı üçgenler geçiş yöntemiyle bulunan öte-gezegenleri, ters çevrilmiş sarı renkli üçgenler gök ölçümü ile tespitleri; açık mavi beşgenler görüntüleme yoluyla tespitleri; koyu kırmızı dörtgenler zamanlama değişimi ile keşfedilenleri ve yeşil kareler de mikro-mercekleme yöntemiyle tespit edilen öte-gezegenleri temsil etmektedir. Karşılaştırma için büyük harfler Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin konumlarına işaret etmektedir. Süper Dünya (Super Earth - SE) sembolü, 1 astronomik birim (AB) uzaklığındaki 5 Dünya kütleli süper dünyayı temsil etmektedir. Yeni gerçekleştirilen keşiflerin diyagramın sol üst tarafına egemen oluşu dikkat çekicidir.

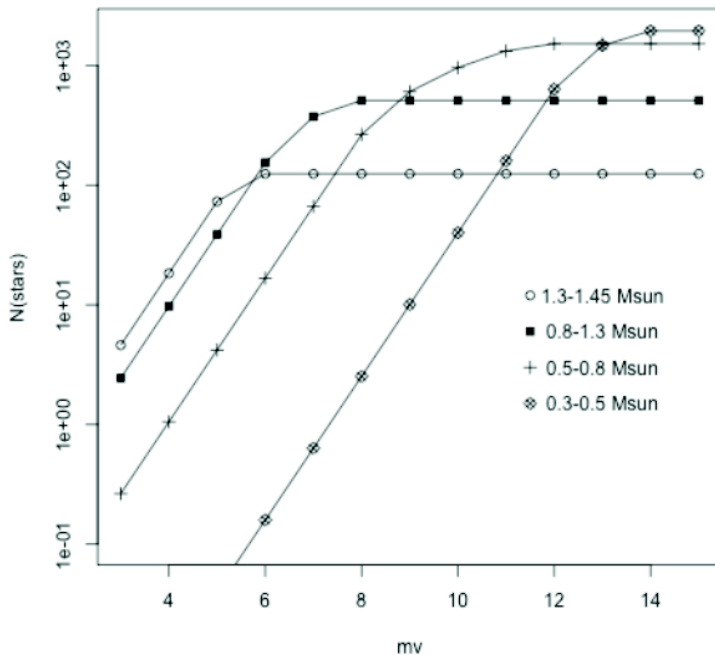
Şimdiye kadar keşfedilen öte-gezegenlerden bir kaçının görece olarak Güneş Sistemi'ndeki gezegenlere çok benzer olduğunu bulduk. Tespitlerin ana hedefi sağ alt bölgedeki "kütle-

uzaklık” değişkenine ait boşluğu doldurmak ve Güneş Sistemi’nin özelliklerinin ne kadar benzersiz olduğunu belirlemektedir.



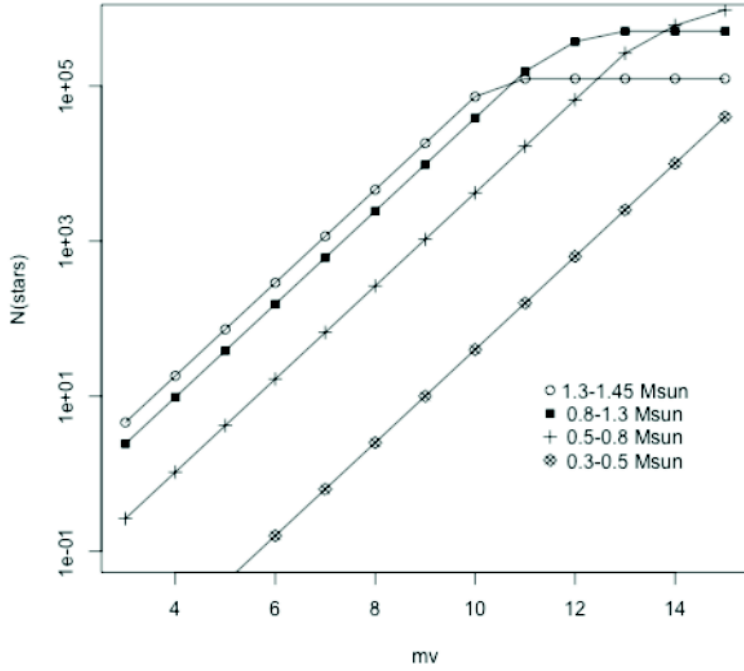
Şekil 1. “Kütle-Yarı büyük eksen” düzleminde çeşitli araştırma metodlarıyla yapılan öte-gezegen keşifleri (Temmuz 2010). Mavi noktalar: Dikine hız tespitlerini; Kırmızı üçgenler: Geçiş yöntemi tespitlerini; Sarı üçgenler: Astrometrik tespitleri; Yeşil kareler: Mikro-merceklemeye tespitlerini; Mavi beşgenler: Görüntüleme tespitlerini; Kırmızı dörtgenler: zamanlama değişimi keşiflerini göstermektedir. Harfler Güneş Sistemi’ndeki gezegenlerin konumlarına işaret etmektedir. SE (Super Earth) sembolü, süper dünyayı temsil etmektedir.

Yer benzeri gezegenleri de içeren öte-gezegenlerin sınıflandırılması yakın yıldızlarla sınırlandırılmaktadır. Bu nedenle Güneş komşuluğundaki yıldızların yıldız örnekleri açısından ne gösterdiğini bilmek önemlidir. Gözlenecek yıldız örneklerinin seçimi ele alınacak özel sorulara bağlıdır. Örneğin, genel örnekleri gerektiren istatistiksel çalışmalar, parlaklık veya uzaklıklarına bakılmadan rastgele seçilmiş çok sayıda yıldızda dayanmaktadır. Tersine gezegen yapısını belirlemeyi hedefleyen bir program dikine hız yöntemiyle kütlelerin ölçülebileceği ve



Şekil 2a. 300pc çapındaki bir hacimde bulunan kütle olarak dört kategoride sınıflandırılmış Güneş komşuluğundaki Güneş-benzeri yıldızların mutlak parlaklığın bir fonksiyonu olarak beklenen sayıları.

yıldız parametrelerinin iyi belirlenebileceği parlak yıldızları temel alacaktır. Gezegen sisteminin görüntülenmesini mümkün kılacak yakın sistemler için yörünge parametrelerinin belirlenmesi mümkün olabilir. Bir sonuç olarak gezegensel atmosferik ölçümler, gezegenden gelen sinyali ve sinyal-gürültü oranını aynı zamanda maksimuma çıkarabilmek için yakın, parlak nesnelere odaklanacaktır.



Şekil 2b. 30pc çapındaki bir hacimde bulunan ve kütle olarak dört kategoride sınıflandırılmış Güneş komşuluğundaki Güneş-benzeri yıldızların mutlak parlaklığının bir fonksiyonu olarak beklenen sayıları

3. Gelecekte Yapılabilecek Çalışmalar

Öte-gezegen çalışmalarında yakın dönemde aşağıdaki konularda ilerlemeler kaydedileceği düşünülmektedir:

- 1) Öte-gezegenlerin sayısı hakkında daha doğru verilerin elde edilmesi,
- 2) Farklı tespit yöntemlerinden elde edilen verilerin birlikte kullanılmasıyla öte-gezegen sistemlerinin yapısının daha iyi anlaşılması,
- 3) Öte-gezegenlerin içyapı çalışmaları için önemli olan kütle-yarıçap ilişkisinin belirlenmesi,
- 4) Yer ve uzay-bazlı tesislerle daha kuvvetli tayfsal sınıflandırma için kullanılacak hedef listesinin belirlenmesi (Yakın dönemde bu tayfsal sınıflandırma görece parlak yıldızların etrafındaki dev gezegenler için mümkün görünmektedir).

Bazı Hedef Tespitler

- a) F-M türü yıldızların etrafındaki gezegenlerin sayısına ilişkin daha doğru istatistiklerin elde edilmesi,
- b) M-türü cüce yıldızların yaşanabilir bölgelerinde (YB) bulunan yersel gezegenlere ilişkin tutarlı örnekler ve G-türü yıldızların etrafındaki YB'lerde yersel süper dünya gezegen adaylarının bulunması,
- c) Güneş'ten daha büyük kütleli yıldızların etrafındaki gezegenler hakkında tutarlı istatistiklerin elde edilmesi,
- d) Büyük yörünge yarıçapına sahip daha fazla dev gezegen adaylarının doğrudan görüntülenmesi,

e) Farklı ortamlardaki gezegenlerin tespit edilmesi (örneğin kümelerde).

Hedef Sınıflandırma Kriterleri

- a) Kütle-yarıçap ilişkisi, süper dünyalara kadar olan gezegenlerin ortalama yoğunluklarının geniş bir örneğinin elde edilmesi,
- b) Optik ve kızılötesi bölgede (evre eğrileri, ikinci minimumlar) gezegenlerin ışık eğrilerinin tamamlanması,
- c) Kısa dönemli Jüpiter, Neptün ve olası süper dünya türü gezegenlerin güçlü atmosferik işaretlerinin kaydedilmesi,
- d) Uzun dönemli gezegenlere ait daha fazla tayf bilgisinin elde edilmesi,
- e) Gezegen kalıntı disklerinin ayrıntılı olarak incelenmesi.

Kaynaklar

- Baines, E. K., McAlister, H. A., Brummelaar, T. A. ve ark., 2010, Ruling Out Possible Secondary Stars to Exoplanet Host Stars Using the CHARA Array, astro-ph/1005.2930v1
- Charbonneau, D., Brown, T. M., Latham, D. W., ve Mayor, M., 2000, Astrophys. J., 529, L45–8
- Ford, E. B., Rasio, F. A., ve Sills, A., 1999, Astrophys. J., 514411–29
- Fuhrmann, K., Pfeiffer, M. ve Bernkopf, J., 1997, Astron. Astrophys., 3261081–9
- Latham, D. W., 1997, Radial-velocity searches for low-mass companions orbiting solar-type stars Planets Beyond the Solar System and the Next Generation of Space Missions (ASP Conf. Ser. 119) ed D R Soderblom (San Francisco: ASP), pp 19–27
- Marcy, G. ve ark., 2000b, web page <http://exoplanets.org>
- Marcy, G. W., Cochran, W. D. ve Mayor, M., 2000c, Extrasolar planets around main sequence stars Protostars and Planetsvol 4, ed V Mannings, A P Boss and S S Russell (Tucson, AZ: University of Arizona Press)